

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：33302

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23730869

研究課題名(和文)視線計測を用いた読み支援システムの作成と評価

研究課題名(英文) Development and evaluation of supporting system for reading Japanese text guided by eye-gaze position.

研究代表者

伊丸岡 俊秀 (Imaruoka, Toshihide)

金沢工業大学・情報フロンティア学部・准教授

研究者番号：20387351

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：日本語テキストの読み支援を行うシステムの開発と評価を実施した。読者の視線や指先の動きに応じて文章をハイライト表示するという仕組みを用いることで、読者によって異なる読みの特徴に応じて動作を変更できるものとした。研究の前半では実験用視線計測装置を用いてハイライト表示を付加した日本語テキストを読んでいる最中の視線の動きを解析し、表示の適切な位置およびタイミングを明らかにした。後半では明らかにした知見を基に民生用視線計測装置を利用した支援システムの作成を行った。近年の計測装置の発展により、使用する装置を度々変更したこともあり、現時点でシステムの完成には至っていないが、引き続き開発を継続する。

研究成果の概要(英文)：In this study, I have developed the supporting system for reading Japanese text and done the evaluation experiments of those system. The system measures readers' gaze position during text reading and overlay color highlights on the text to elicit smooth eye movements. In the initial part of this study, I analyzed the detail of the eye movement during reading Japanese text and specified adequate timing and position of color highlighting by using the experiment-use eye-mark recorder system. After that, I developed softwares for a consumer-use eye recording system. Because of several times of changes of using recording system, the system development is in progress. I continue to develop the softwares at present time.

研究分野：認知心理学

キーワード：日本語の読み 視線 支援 読み障害

1. 研究開始当初の背景

読み困難は、正確で流暢な単語認知の困難および語の書き・読み能力が低いことと定義される。近年、教育現場で問題になることが多い学習障害の主要な原因の一つとされる。

読み困難の発生率は、使用言語の正書法(文字と音の対応関係)によって異なるとされ、正書法深度が浅い言語(イタリア語、ドイツ語や日本語のかな表記)では深い言語(英語など)に比べて読み困難を持つ割合が小さいとされることもある。

しかし、最近の研究では、正書法深度が浅い言語では読み困難という診断がつかなくても、読み困難特有の脳活動パターンが示される例が報告されており、文化や正書法に関わらない一般的な問題であることが明らかになっている。日本語では特に小学校低学年のうち正書法深度が浅いとされる、かな表記の割合が高いため、学習障害という形で顕在化しているよりも、読み困難を持つ児童・生徒数の数は多いことが予想される。

2. 研究の目的

この研究を計画した理由は、現在進行中の研究で扱っている事例において読み困難の原因と読字特性が多様であることを強く感じたことである。当該事例では、軽度の知的障害があり教科書等を読む際に問題を持つ生徒の協力を得て、教科書の文章黙読中の眼球運動を計測した。障害がない児童では視線位置が画面全体に均一に分布している。しかし、障害を持つ児童では文章の最初である右端部分には視線が集中しその移動もスムーズなのに対し、文章の途中からは視線が向くことも少なく移動もスムーズに行われなことが見て取れた。この結果からは、この生徒が持つ読み困難は眼球運動そのものや空間的注意制御の異常、また単語や文章を理解出来ないためではないことが推察できる。申請者たちはこの事例については、読みという行為や課題を与えられる場面におけるモチベーションの維持などの社会的要因が原因になっていると考えている。ただし、先行研究では眼球運動自体や空間的注意の困難を主因とする読み困難も報告されており、読み困難が多様で、しかも複合的な原因によって起きていることが示唆される。

読み困難に対する支援や訓練の試みはこれまでも多い。それらはコンピュータ等の仕組みを用いることで読み支援を行う共通のシステムを作成するものと、対象児童・生徒と援助者が1対1で行うものに分けることができる。コンピュータを用いるシステムの中で、DAISY コンソーシアムによるデジタル図書を用いた読み支援はその内容においても普及度合いにおいても非常に優れた取り組みであるが、カスタマイズ性が高くないために対象となる児童・生徒の読字特性に応じた対策を取りにくいという難点がある。それとは逆に教師等がフェイス・トゥ・フェイス

スで対象児童・生徒と対応する場合、援助者に求められる労力が大きいこと、また技能の高さも必要になるという問題がある。

本研究は、読み援助に対象児童・生徒の視線の動きを用いることで、対象との相互作用可能なシステムを作成し、各対象に合った支援を効率的に提供できるシステムを目指すものである。

3. 研究の方法

当初は以下の4段階での研究遂行を企図していた。

(1)視線位置を元にした読み支援システムプロトタイプを作成および評価を行う。コンピュータ画面上に表示される文章を読む際にシステムから与えられる補助情報提示の有効性を、視線移動のデータから評価する。

(2)プロトタイプの評価結果を元に、安価で可搬性の高い読み支援システムを作成する。

(3)健常な協力者、続いて読み困難を持つ少数の児童・生徒を用いて作成したシステムの評価を行う。

(4)システムの効果が確認された後に、読み困難を持つ児童・生徒に対しシステムを長期間貸与して、読み支援による訓練効果が見られるかどうかを確認する。

しかし(1)の一環として、視覚的注意をひくために必要なハイライト色を適切に選定するための実験が必要になったこと(1'実験とする)、(2)のシステム作成において利用した民生用の視線計測装置の選定が遅れ、さらに一度選定したものの変更を行わざるを得なかったことなどから、(3)および(4)の実施には至らなかった。

4. 研究成果

(1)日本語読み中に視線によって誘導されるマーカー提示の効果

日本語読み中に視線位置に対応してマーカーを提示することの効果測定実験を行った。実験ではマーカー提示なしおよびマーカーをランダムな位置に提示するという2つの統制条件に加え、視線位置上にマーカーを表示する条件、マーカーを視線位置に先行させる条件を設定した。それぞれの条件における読み時間、読み中の視線後戻り回数などの結果は統制条件に比べて、視線位置に先行してマーカーを提示することによって、読み時間は減少し、読み中の視線後戻りは抑制させることを示した。これらの結果から、視線に先行してマーカーを提示することが、日本語の読み中の視線をスムーズに移動させ、読みを促進する効果を持つことが明らかになった(図1)。

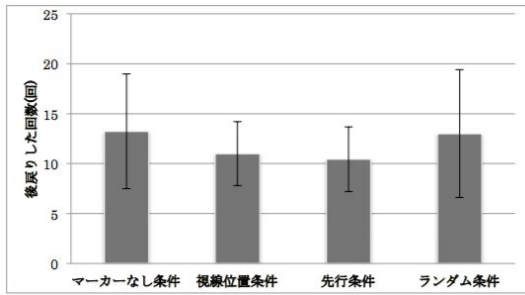


図 1：日本語読み中のマーカーが視線後戻り回数に与える効果：読み中の視線の後戻りは読みにくさの指標となり、マーカーを先行させることによって後戻り回数が減少していることが見て取れる

(1') 文章の内容に応じたハイライト色決定のための基礎実験

最初の実験でマーカー表示の効果を確かめたものの、その実験ではマーカーとして用いるハイライト表示に最適な色を決定することはできなかった。その中で文章の内容によって視線をよく誘導する色が異なる可能性が示唆されたため、文の内容と視覚的注意誘導の関係を明らかにするための基礎実験を実施することとした。実験は日本語の単語を用いた視覚探索課題とし、探索の目標語の内容と、その表示色の関係が探索効率に影響するかどうかを調べた。

実験の結果、単語の内容とよく結びつく色で表示されたときにその探索が促進されるのに対し、内容と結びつきのない色がつけられたときには、色がなくとも探索が妨害されることが示された(図2)。

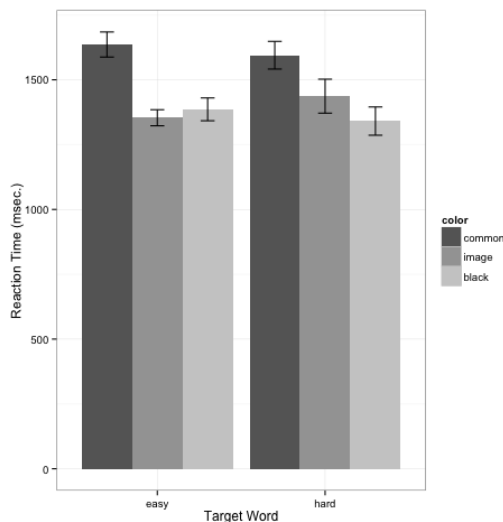


図 2：単語の表示色が探索に与える影響
単語内容と結びつきの強い色 (image) が探索を促進する一方、結びつきの強くない色 (common) では色をつけない場合 (black) よりも探索は遅くなってしまいます。

これからの結果から、読み中のマーカーには内容にあったハイライト色を用いる必要があり、色の選択を誤ることで読みはむしろ妨害されてしまう恐れがあることが明らかになった。この点は続くシステム開発における条件とすることとした。

(2) 読み支援システムの開発

ここまで得た知見をもとに読み手の視線などの情報をもとにしたマーカー表示を行う読み支援システムの開発を試みた。

ここでは 1) 幅広い普及を目指すため、安価な視線計測システムでの実装を行う、2) 児童の使用を可能にするため、計測と動作の安定性を高くする、という2点を重要な要件とすることとした。その目的のため、まずは民生用の Web カメラとフリーの開発環境で動作する GazeParser を用いてシステムを作成することとした

GazeParser による読み支援システムの実装

GazeParser によって日本語読み中の視線を計測し、その結果に基づいてマーカー表示を行うシステムを作成した(図3)。

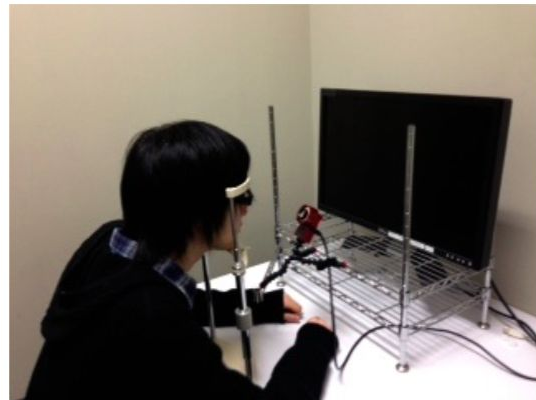


図 3：GazeParser を利用した読み支援システムの実装例

しかし完成したシステムの動作を確認したところいくつかの問題点が明らかとなった。第一に民生用 Web カメラを用いて眼球を撮影する際に、装置と読み手の位置関係を厳密に設定する必要があることが挙げられた。これは実験室における使用では問題ないものの、対象を児童とし、普及を考える上では大きな問題となる。それに加えて、測定と動作の安定性にもやや問題が見られた。視線の計算のための瞳孔の検出が安定しない場合があり、マーカー表示位置が大きすぎてしまう例が見受けられた。これらの問題の根本的な解決は難しいと判断し、他のシステムでの実装を目指すこととした。この時点で安価に入手可能な視線計測装置の候補がなかったため、視線よりも安定した測定が可能な指差しを手掛かりとしたマーカー表示を行う

システムの作成を行った。

タブレット端末上での指差しを利用した読み支援システムの作成

視線によるマーカー誘導を一時断念し、日本語文をタブレット端末に表示し、読んでいる位置をタッチすることでマーカーを誘導するシステムの作成を行った(図4)。

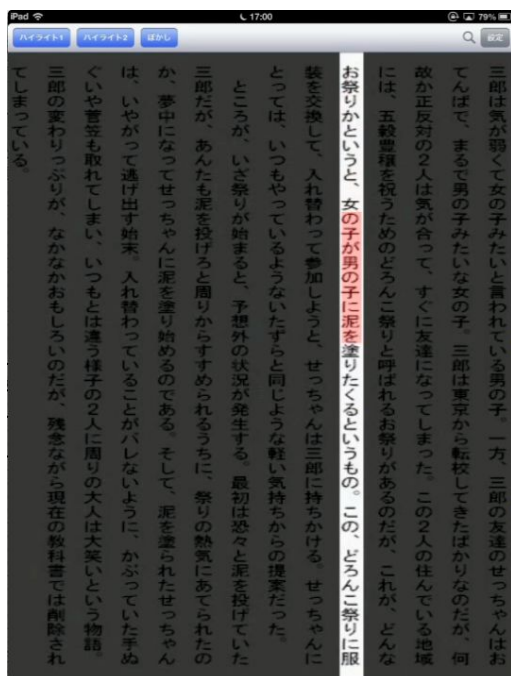


図4：タブレット端末を利用した読み支援システム

タブレット端末に日本語文を表示し、タッチ位置に対応して(1)指定した位置をハイライト表示、(2)指定した位置以外の行を薄暗く表示する機能を持っている。ハイライトの色と位置、大きさ、指定行の幅などは事前に設定することを可能としている。

タブレットによるシステムは、読み手が集中すべき位置を制限することによって、ある程度読みを促進する効果を示した。今後、マーカー表示を最適化することにより、より大きな効果を得ることができるシステムになり得るだろう。

この時期に、民生用で安価な視線計測装置(Tobii社EyeXやEyeTribe社のEyeTribe)が新たに発表、販売され始めたため、本研究でもそれらの装置を用いた新たなシステムの実装を行うこととした。

民生用視線計測装置を用いた読み支援システムの開発

EyeXとEyeTribeの試用を行ったところ、EyeTribeが開発が容易な上に、測定の安定性も高いことが確認されたため、現在EyeTribeを用いたシステムを構築中である。しかし残念ながら研究課題終了時にはこのシステムの完成、評価には至らず、今後も開発を継続

していくこととしている。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1件)
伊丸岡 俊秀、意図的ではない構えも視覚的注意を誘導する、心理学の諸領域、査読有、4巻、2015、印刷中

〔学会発表〕(計 2件)
藤本 達哉、伊丸岡 俊秀、ハイライト表示を利用した文章理解補助、北陸心理学会第46回大会、2011年11月12日、富山

藤本 達哉、伊丸岡 俊秀、眼球運動を利用した文章理解支援システムの提案、平成25年度日本人間工学会関西支部大会、2013年12月14日、京都

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕
ホームページ等
作成したシステム用ソフトウェアを公開予定(<http://lab.imrlab.org>)

6. 研究組織
(1)研究代表者
伊丸岡 俊秀 (IMARUOKA, Toshihide)
金沢工業大学・情報フロンティア学部・准教授
研究者番号：20387351

(2)研究分担者
なし

(3)連携研究者
なし